

7-142233

Abstract

PURPOSE:To obtain a bobbin which is worked easily, which prevents a state that the coupling state of the bobbin to a superconducting coil is loosened even when an electric current is applied at a cryogenic temperature and which reduces the generation of a quenching operation.

CONSTITUTION:A bobbin for a superconducting coil device is used at a cryogenic temperature in a state that a superconducting conductor has been wound on the outer circumference. The bobbin 21 is formed to be of a two-layer structure by an inner layer 24 in which the lobing of a highly intensified polyethylene fiber has been oriented within a range of $+40$ deg. to -80 deg. with reference to the axial center line and which is composed of a fiber polyethylene reinforced plastic layer and by an outer layer 25 which is formed at the outside of the inner layer 24 and which is composed of a fiber-glass reinforced plastic layer.

(19)日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開平7-142233

(43)公開日 平成7年(1995)6月2日

(51)Int.Cl. ⁶	識別記号	庁内整理番号	F I	技術表示箇所
H 0 1 F 6/00				
6/06	Z A A			
27/32		B		

H 0 1 F	7/ 22	C
5/ 08	Z A A	C

審査請求 未請求 請求項の数 2 O L (全 9 頁) 最終頁に続く

(21)出願番号 特願平5-291986

(22)出願日 平成5年(1993)11月22日

(71)出願人 000003078

株式会社東芝

神奈川県川崎市幸区堀川町72番地

(71)出願人 000003160

東洋紡績株式会社

大阪府大阪市北区堂島浜2丁目2番8号

(72)発明者 米田 えり子

神奈川県川崎市幸区小向東芝町1番地 株式会社東芝研究開発センター内

(72)発明者 鹿島 俊弘

滋賀県大津市堅田二丁目1番1号 東洋紡績株式会社総合研究所内

(74)代理人 弁理士 鈴江 武彦

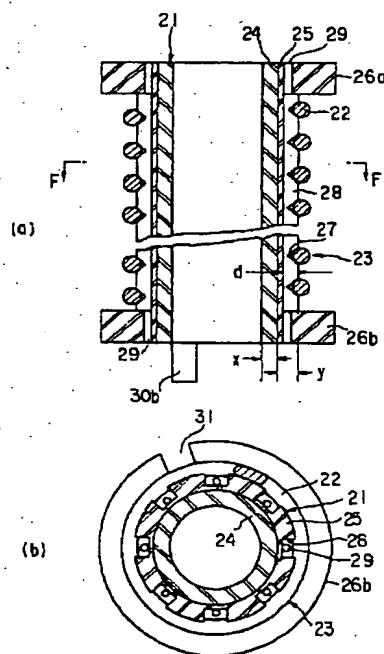
最終頁に続く

(54)【発明の名称】 超電導コイル装置用ボビン

(57)【要約】

【目的】 ボビンに対する加工が容易で、しかも極低温下で通電してもボビンと超電導コイルとの結合状態に緩みが生じるのを防止でき、クエンチの発生を少なくできる超電導コイル装置用ボビンを提供する。

【構成】 外周に超電導導体を巻き付けた状態で極低温下において使用される超電導コイル装置用ボビンにおいて、ボビン21は、高強度化処理されたポリエチレン繊維のローピングを軸心線に対して ± 40 度から ± 80 度の範囲に配向させたポリエチレン繊維強化プラスチック層からなる内層24と、この内層24の外側に形成されたガラス繊維強化プラスチック層からなる外層25との二層構造に形成されている。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 ボビン本体と、このボビン本体の外周面部に形成された螺旋溝とを備え、上記螺旋溝に一部または全部が収容されるように超電導導体を巻き付けた状態で極低温下において使用される超電導コイル装置用ボビンにおいて、前記ボビン本体は高強度・高弾性率ポリエチレン繊維のローピングを軸心線に対して ± 40 度から ± 80 度の範囲に配向させたポリエチレン繊維強化プラスチック層と、このポリエチレン繊維強化プラスチック層の外側に形成されたガラス繊維強化プラスチック層とからなる二層構造に形成されており、前記螺旋溝は前記ガラス繊維強化プラスチック層に形成されていることを特徴とする超電導コイル装置用ボビン。

【請求項2】 前記ボビン本体には、前記超電導導体を冷却する極低温液体を案内するための冷媒案内溝が前記螺旋溝と交差するように形成されていることを特徴とする請求項1に記載の超電導コイル装置用ボビン。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】 本発明は、超電導コイル装置用ボビンに関する。

【0002】

【従来の技術】 超電導コイル装置を構造的に分類すると幾つかのタイプに大別される。ボビンを備えたものも1つのタイプとして分類できる。このタイプの超電導コイル装置は、大電流用のものが多く、ボビンの外周に超電導導体を直に巻き付けて超電導コイルを形成したものや、ボビンの外周に超電導導体を巻き付けて最内層のコイル要素を形成するとともに最内層のコイル要素の外側にスペーサを介して順次コイル要素を形成し、これらで複数層構成の超電導コイルを形成したものなどが知られている。そして、交流用やパルス用のものでは、ボビンに渦電流を発生させないために、エポキシ樹脂をマトリックスとしたガラス繊維強化プラスチック（以下、GFRPと略称する）製のボビンを用いたものもある。

【0003】 このような超電導コイル装置は、超電導コイルを形成している超電導導体を臨界温度以下に保つために、ボビン共々、液体ヘリウムで代表される極低温液体中に浸漬した状態で使用される。

【0004】 しかしながら、GFRP製のボビンを備えた従来の超電導コイル装置にあっては次のような問題があった。すなわち、図8(a)に示すように、GFRP製のボビン1に超電導導体2を巻き付けて超電導コイル3を形成してなる超電導コイル装置4を極低温液体中に浸漬すると、ボビン1を構成しているガラス繊維およびエポキシ樹脂が正の温度膨張係数を有しているため、ボビン1は図中太矢印AおよびBで示すように軸方向に熱収縮するとともに半径方向にも熱収縮する。一方、超電導コイル3を構成している超電導導体2も正の温度膨張係数を有する金属材で形成されている。このため、超電導

コイル3も図中太矢印CおよびDで示すように、軸方向に熱収縮するとともに半径方向にも熱収縮する。

【0005】 このように、超電導コイル装置4を極低温液体中に単に浸漬した状態では、ボビン1および超電導コイル3が同じ形態に熱収縮するので、両者間の結合状態に緩みが生じるようなことはない。

【0006】 しかし、極低温に冷却している状態で、超電導コイル3に電流を流すと、この電流による電磁力によって、超電導コイル3は図8(b)中に太矢印C'およびEで示すように、軸方向の収縮量が一層増し、半径方向には逆に膨張する。このため、ボビン1に対する超電導コイル3の固定状態に緩みが生じる。緩みが生じると、通電している間に超電導コイル3の全体あるいは一部が動き易くなる。僅かでも動くと、それに伴って摩擦熱が発生する。液体ヘリウムで代表される極低温液体は比熱が極めて小さいので、摩擦熱を極低温液体で速やかに吸収することが困難となり、この結果として超電導導体2が常電導転移（クエンチ）してしまう問題があった。

【0007】 そこで、このような不具合を解消するために、最近では、高強度・高弾性率（強度が2GPa以上で、弾性率が100GPa以上）のポリエチレン繊維（以下、DFと略称する。）を用いた繊維強化プラスチックでボビンを形成することが検討されている。

【0008】 DFは、通常のガラス繊維やセラミック繊維とは異なり、低温になるにしたがって繊維方向に伸長するという特異な性質をもっている。すなわち、このDFよりなる繊維強化プラスチック成形体（以下、DFRP成形体と略称する。）は、図4に示すように、繊維方向には負の温度膨張係数を示し、また半径方向には正の温度膨張係数を示す。

【0009】 このDFのローピングをエポキシ樹脂をマトリックスとして巻回し、図5(a)に示すように、DFで強化された筒状のDFRP成形体5を形成した場合、このDFRP成形体5の低温下における半径方向および軸方向の寸法変化は、図5(b)に示すローピングの巻角度 θ によって左右される。

【0010】 図6にはその関係が示されている。図中XaがDFRP成形体の軸方向の熱膨張係数を示し、XrがDFRP成形体の半径方向の熱膨張係数を示している。また、この図6にはGFRP成形体の軸方向の熱膨張係数がYaで示され、同じくGFRP成形体の半径方向の熱膨張係数がYrで示されている。

【0011】 この図6から判るように、DFRP成形体の場合、使用するマトリックスが正の温度膨張係数を有していても、DFの特性により、巻角度 θ が ± 40 度から ± 80 度の範囲では、DFRP成形体の半径方向の熱膨張係数が大きな負の値となり、逆に軸方向の温度膨張係数が大きな正の値となる。したがって、巻角度 θ が上記範囲に設定されたDFRP成形体では、低温になるに

したがって半径方向には大きく伸長（膨張）し、軸方向には大きく収縮することになる。

【0012】これに対して、GFRP成形体の場合には、GF自身がどの方向に対しても正の温度膨張係数を有しているため、巻角度 θ を如何なる値に設定しても、GFRP成形体の半径方向および軸方向の温度膨張係数は正となり、DFRP成形体のような特性は得られない。

【0013】したがって、寸法変化の点のみから評価すると、DFRPで形成されたボピンは、超電導コイルのクエンチ防止に理想的な特性を発揮することになる。図7はその理由を説明するための図である。すなわち、図7(a)に示すように、巻角度 θ が前記範囲に設定されたDFRP製のボピン11に超電導導体12を巻き付けて超電導コイル13を形成してなる超電導コイル装置14を極低温液体中に浸漬すると、ボピン11は図中太矢印JおよびKで示すように軸方向に大きく熱収縮するとともに半径方向に大きく熱膨張する。一方、超電導コイル本体13は、図中太矢印CおよびDで示すように、軸方向に熱収縮するとともに半径方向に熱収縮する。

【0014】このように、ボピン11と超電導コイル13とは半径方向には逆関係に膨張、収縮し、しかもボピン11の軸方向の収縮量は超電導コイル13のそれを上回る。このため、上記のように極低温液体中に浸漬すると、ボピン11と超電導コイル13との結合強さは、製作時に比べて大幅に強化された状態となる。

【0015】上記のように極低温に冷却している状態で、超電導コイル13に電流を流すと、この電流による電磁力によって、超電導コイル13は図7(b)に太矢印C'およびEで示すように、軸方向の収縮量が一層増し、半径方向には逆に膨張する。すなわち、ボピン11と超電導コイル13との結合強さを弱める方向に超電導コイル13が収縮、膨張する。

【0016】しかし、極低温液体中に浸漬された段階でボピン11と超電導コイル13との結合強さが大幅に強化されているので、超電導コイル13が収縮、膨張しても、ボピン11と超電導コイル13との結合強さは、製作時と同程度の状態に戻るだけである。したがって、超電導コイル13に電流を流しても、ボピン11と超電導コイル13との結合状態に緩みが生じるようなことはなく、結局、緩みが原因で起こるクエンチの発生を抑えることが可能となる。

【0017】このようにDFRPは、ボピン形成材として有利な特性を備えているが、反面、加工性に問題を有している。超電導コイル装置の中には、冷却等の観点から、ボピンの外周面部に螺旋溝を形成し、この螺旋溝内に一部または全部が収容されるように超電導導体を巻き付けて超電導コイル本体を形成することを望まれるものがある。このような構成を採用するものでは、ボピンの外周面部に螺旋溝を形成したり、さらには超電導コイル

を冷却する極低温液体を案内するための冷媒案内溝を形成したりする必要がある。しかし、前述の如くDFRPは加工性が悪いので、通常の工作機械を使って精度良く、かつシャープな溝を形成することが極めて困難で、切削端に剥離の残存した溝や、切削面が毛羽だった溝しか形成できない。このため、このような溝に超電導導体を巻込んでも、DFRPが本来持っている負膨張特性を有効に利用することができず、耐クエンチ性の向上につながらない問題があった。

【0018】

【発明が解決しようとする課題】上述の如く、GFRP単独で形成されたボピンあるいはDFRP単独で形成されたボピンを備えた従来の超電導コイル装置にあっては、クエンチ発生を本質的に回避できない問題があった。そこで本発明は、上述した不具合を解消できる超電導コイル装置用ボピンを提供することを目的としている。

【0019】

【課題を解決するための手段】上記目的を達成するために、本発明の代表的な例では、ボピン本体と、このボピン本体の外周面部に形成された螺旋溝とを備え、上記螺旋溝に一部または全部が収容されるように超電導導体を巻き付けた状態で極低温下において使用される超電導コイル装置用ボピンにおいて、前記ボピン本体が高強度・高弾性率ポリエチレン繊維（DF）のロービングを軸心線に対して ± 40 度から ± 80 度の範囲に配向させたDFRP層と、このDFRP層の外側に形成されたGFRP層とからなる二層構造に形成されており、前記螺旋溝がGFRP層に形成されていることを特徴としている。

【0020】なお、ここで言うDFとは、強度が2GPa以上、弾性率が100GPa以上のポリエチレン繊維で、たとえばポリエチレン用の溶剤を含むポリエチレンフィラメントをポリエチレンの膨潤点と融点との間の温度で延伸処理して高強度化されたものなどであるが、その他の方法で高強度化されたものでもよい。高強度化処理されたポリエチレン繊維の詳しい製法については、たとえば特開昭55-137506号公報、特開昭56-15408号公報等に記載されている。

【0021】また、GFRP層を形成しているガラス繊維（GF）は、製作面からDFRP層を構成しているDFと同様に、ロービングを軸心線に対して ± 40 度から ± 80 度の範囲に配向させることが好ましいが、必ずしも上記配向である必要はない。また、GFRP層の厚みは、DFRP層の歪特性、すなわち極低温下において周方向に膨張し、軸方向に収縮する特性を阻害しない厚みであればよい。

【0022】

【作用】外層を形成しているGFRP層は、一般に加工性に勝れている。したがって、通常の工作機械を使って精度良く、かつシャープな溝をGFRP層に形成するこ

5

とができる。一方、内層を形成しているDFRP層は、DFを前述した角度範囲に配向させているので、極低温下において周方向に膨張し、軸方向に収縮する特性を備えている。

【0023】したがって、GFRP層の厚みがDFRP層の歪特性を阻害しない値に設定されているものとする、ポビンにDFRP層の特性とGFRP層の特性との両方を発揮させることができる。すなわち、ポビンに勝れた溝加工性と、クエンチ防止に有効な熱収縮特性との両方を発揮させることが可能となる。

【0024】なお、内層であるDFRP層の厚み(x)に対して外層であるGFRP層の厚み(y)が大きいと、DFRP層が本来持つ負膨張に由来する歪特性がGFRP層によって消され、GFRP層に近い特性となる。したがって、DFRP層に負膨張に由来する歪特性を発揮させるには、ポビンに設けられる溝の最大深さをdとしたとき、

$$(y-d)/x < 0.7 \quad \dots(1)$$

の関係を満たすことが望ましい。

【0025】

【実施例】以下、図面を参照しながら実施例を説明する。図1には本発明の一実施例に係るポビンを組み込んだ超電導コイル装置が示されている。

【0026】この超電導コイル装置は、大きく分けて、筒状のポビン21と、このポビン21に超電導体22を巻き付けて形成された超電導コイル23とで構成されている。

【0027】ポビン21は、図2(a)に示すように、DFRP層で形成された内層24と、この内層24の外側にGFRP層で形成された外層25との二層構造体によって形成されている。

【0028】外層25の両端部以外の部分は、小径に削り出し加工されており、これによって外層25の両端部にフランジ26a、26bが形成されている。また、外層25のフランジ26a、26b間に位置する部分の外面には、螺旋溝27が形成されている。外層25のフランジ26a、26b間に位置する部分の外面には、螺旋溝27より深く、かつ内層24に達しない深さで、軸方向に延びる冷媒案内溝28が周方向に複数形成されており、さらにフランジ26a、26bには各冷媒案内溝28の端部に通じる孔29が形成されている。

【0029】ここで、内層24を形成しているDFRP層の厚みをxとし、フランジ26a、26b間において外層25を形成しているGFRP層の厚みをyとし、外周面からの冷媒案内溝28の深さをdとしたとき、前記(1)式の関係を満たすようにx、y、dが設定されている。

【0030】超電導体22は、一部が螺旋溝27に嵌入する形態で一定のテンションでソレノイド状に巻き付けられている。そして、超電導体22の両端は、それ

6

ぞれ図1に示すように、銅製の端子板30a、30bに半田付けされている。

【0031】端子板30a、30bは、図3に端子板30aだけを取り出して示すようにポビン21に取付けられている。すなわち、フランジ26aに切欠部31を設け、この切欠部31を通して一部がフランジ26bより内側に位置するように端子板30aをポビン21の外面に当てがい、この状態で端子板30aをボルト32とナット33とを使ってポビン21に固定したものとっている。そして、端子板30aのフランジ26bより内側に位置している部分34の外面に超電導体22の線端が半田層35によって固定されている。なお、この例の場合、端子板30a、30bと内層24との間に外層25を所定の厚み存在させ、かつ超電導体22の線端を他の部分より外方へ突出させないために、フランジ26a、26b間に位置する外層25の表面と端子板30a、30bの表面とが面一となるように端子板30a、30bがポビン21に対して取付けられている。

【0032】ここで、具体的な実施例について説明する。まず、フィラメントとして35g/dの強度を持つDF(ダイニーマ、SK-60、東洋紡績株式会社製)を用意するとともにマトリックスとしてエポキシ樹脂を用意し、図5(b)に示すように、DFにエポキシ樹脂を含浸させながら巻角度θが±65度となるようにマンドレルに巻き付けて内層24を形成し、その上にGFにエポキシ樹脂を含浸させながら巻角度θが±65度となるように巻き付けて外層25を形成し、DFRP層からなる内層24とGFRP層からなる外層25との二層構造の円筒状体を得た。これを100℃で2時間保持した後、130℃で3時間保持して硬化させ、繊維体積含有量65%の図5(a)に示すような円筒状の成形体を得た。

【0033】次に、この成形体の両端部以外の外層25に機械加工を施し、その一部を取り除き、これによって成形体の両端部にフランジ26a、26bを形成した。次に、各フランジ26a、26bに端子板30a、30bを取付けるための切欠部31をそれぞれ形成するとともに、フランジ26a、26b間に位置する外層25の外面に深さ3mm、開き角90度、断面がV字状の螺旋溝27を8mmピッチに形成し、続いて螺旋溝27より深い、深さ4mm、幅4mmで、かつ軸方向に延びる冷媒案内溝28を周方向に10度ピッチで36本形成し、さらにフランジ26a、26bに各冷媒案内溝28の端部に一对一の関係に通じる孔29を設けた。

【0034】このようにして、内径80mm、外径(フランジ間に位置する部分)95mm、内層24を形成しているDFRP層の厚み10.5mm、外層25を形成しているGFRP層の厚み4.5mm、軸方向長さ(フランジ内面間)150mmで、(1)式を満たすポビン21を得た。

【0035】次に、このボビン21に端子板30a, 30bを取付けた後、螺旋溝27内に収容されるように、線径1.8mmの超電導導体22をテンション50kgで螺旋状に巻き付け、この超電導導体22の両線端を図3に示すように、対応する端子板30a, 30bに半田付けして超電導コイル装置を完成させた。

【0036】一方、参考例1として、同一寸法、同一形状のGFRP製のボビンを用意し、これに同じく線径1.8mmの超電導導体をテンション50kgで巻き付けて超電導コイル装置を完成させた。

【0037】また、参考例2として、同一寸法、同一形状のDFRP製のボビンを用意し、これに同じく線径1.8mmの超電導導体をテンション50kgで巻き付けて超電導コイル装置を完成させた。

【0038】さらに、参考例3として、内層を構成しているDFRP層の厚みが5mm、外層を構成しているGFRP層の厚みが10mm、冷媒案内溝の深さが4mmの二層構造のボビン、つまり同じ二層構造でも(1)式を満たさないボビンを用意し、これに同じく線径1.8mmの超電導導体をテンション50kgで巻き付けて超電導コイル装置を完成させた。

【0039】実施例および参考例1, 3のボビンにおいては、溝加工が容易で、精度の高い溝を設けることができた。しかし、参考例2のボビンでは溝加工が困難で、

切削面での毛羽立ちが激しく、超電導導体を巻き回す作業も困難であった。また、この参考例2のボビンにおいては、耐熱性に劣るDFRP層に端子板が直接接触しているため、超電導導体の線端を端子板に半田付けするとき、端子板を通して伝わった熱でDFRP層の端子板に接触している部分が溶融する現象が認められた。実施例および参考例1, 3では耐熱性に富んだGFRP層に端子板が接触しているため、溶融現象は認められなかった。

10 【0040】このようにして得られた4つの超電導コイル装置を液体ヘリウム中に浸漬し、それぞれクエンチ電流を測定したところ、下表に示す結果が得られた。すなわち、GFRP製のボビンを用いた参考例1では、トレーニング15回を経た後においても1150Aでクエンチした。DFRP製のボビンを用いた参考例2ではトレーニング9回を経た後、1400Aでクエンチした。また、同じ二層構造でも(1)式を満たさないボビンを用いた参考例3ではトレーニング回数15回を経た後でも1200Aでクエンチした。しかし、(1)式を満たす二層構造のボビンを用いた本実施例では3つの参考例に較べて少ないトレーニング回数(7回)で、最も大きい値である1538Aまで通電することができた。

【0041】

【表1】

	外径(mm) /内径(mm)	DFRP(mm) /GFRP(mm)	(y-d)/x	加工 性	クエンチ 電流(A)	トレー ニング 回数
実施例	95/80	10.5/4.5 d=4.0	0.048	良	1538	7
参考例 1	95/80	0/15 d=4.0	不能	良	1150	15
参考例 2	95/80	15/0 d=4.0	-0.27	不良	1400	9
参考例 3	95/80	5/10 d=4.0	1.2	良	1200	15

【0042】また、冷却時にボビンに発生する歪みを測定したところ、参考例1のGFRP製のボビンでは半径方向に0.31%、軸方向に0.38%収縮し、同じ二層構造でも(1)式を満たさない参考例3のボビンでは半径方向に0.2%、軸方向に0.25%収縮したのに対し、二層構造で(1)式を満たす本実施例のボビンでは半径方向に0.61%膨脹し、軸方向には0.55%収縮していることが確認された。この値は、参考例2のDFRP製のボビンで得られた半径方向に0.68%膨脹、軸方向に0.59%収縮の値より少し下がる程度で、DFRPの負膨脹特性を損なうことのないボビンが形成されていることが判った。

【0043】このように、 $(y-d)/x$ が前記関係に設定され、表層にGFRP層を持つDFRP製のボビンを用いると、加工上の問題を解消することができ、かつ極低温下において、このボビンを軸方向には収縮させ、半径方向には膨脹させることができ、この収縮、膨脹によって、ボビンと超電導コイル本体との結合状態に緩みが生じるのを防止できる。この結果、緩みが原因で起こるクエンチの発生を少なくすることができる。

【0044】なお、この実施例のように、ボビン21の外周面に断面がV字状の螺旋溝27を設け、この螺旋溝27内に収容されるように超電導導体22をボビン21

に巻き付ける構成であると、巻き付け時に超電導導体22を自動的にV字の中央に位置決めでき、巻き付け作業を容易化できるとともに、通電時においても位置ずれを生じ難くすることができる。さらに、螺旋溝27のピッチを超電導導体22の径より大きく設定することによって、超電導導体22同志の電気絶縁を確実に確保できる。

【0045】

【発明の効果】以上述べたように、本発明によれば、ボビンの加工性を向上させることができると同時に、極低温下において起こるボビンの熱変形を有効に利用して超電導導体を強固に固定でき、もってクエンチの発生を少なくできる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の一実施例に係るボビンを組み込んだ超電導コイル装置の外観図。

【図2】(a)は同装置を図1におけるE-E線に沿って切断し矢印方向に見た断面図で、(b)は同装置を(a)におけるF-F線に沿って切断し矢印方向に見た断面図。

【図3】同装置を図1におけるG-G線に沿って切断し矢印方向に見た局部的断面図。

【図4】高強度化処理されたポリエチレン繊維および各種繊維よりなる繊維強化プラスチック成形体の熱収縮量

(7)

特開平7-142233

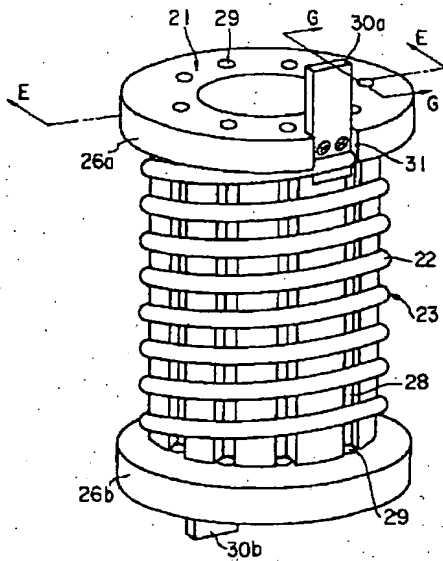
11

(ただし、金属はそれ自体の特性)を示す図
 【図5】(a)は繊維強化プラスチック成形体の一例を示す斜視図で、(b)は同成形体を製作するときに巻角度を説明するための図
 【図6】DFRP成形体およびGFRP成形体の巻角度と熱膨張係数との関係を示す図
 【図7】DFRP製のボビンを用いた超電導コイル装置の作用を説明するための図
 【図8】GFRP製のボビンを用いた超電導コイル装置の作用を説明するための図
 【符号の説明】

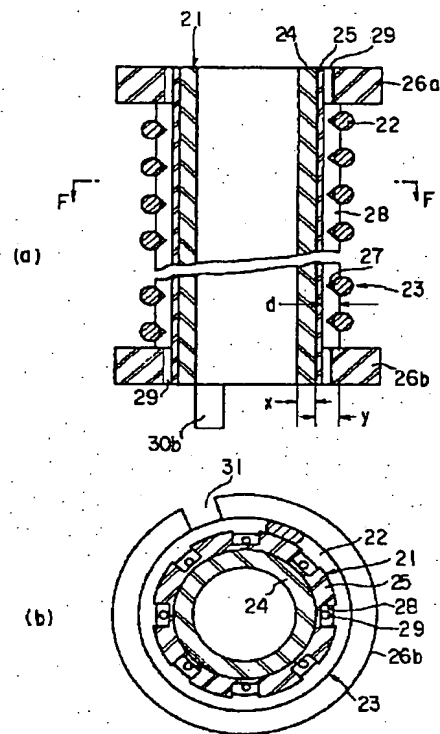
12

21…ボビン
 22…超電導コイル
 23…超電導コイル
 24…DFRP層で形成された内層
 25…GFRP層で形成された外層
 26a, 26b…フランジ
 27…螺旋溝
 28…冷媒案内溝
 29…孔
 30a, 30b…端子板
 31…切欠部
 32…ボルト
 33…ナット

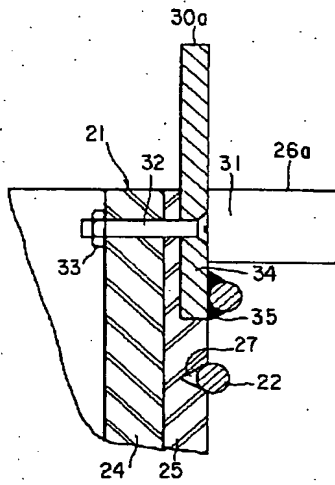
【図1】



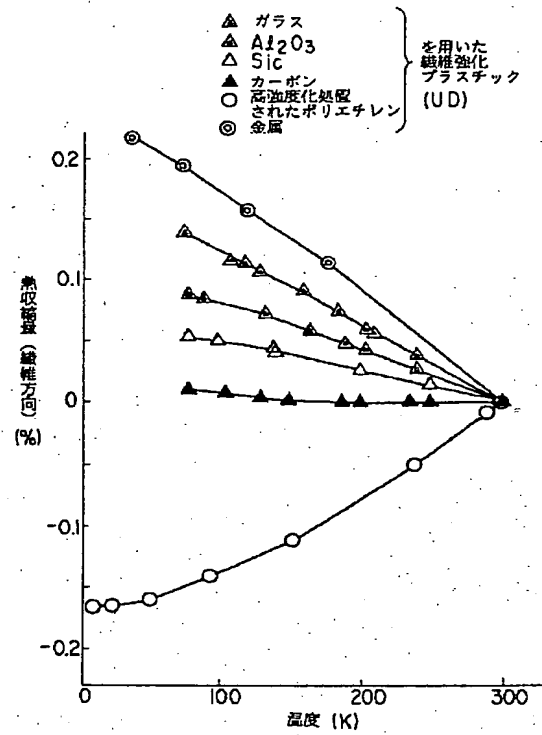
【図2】



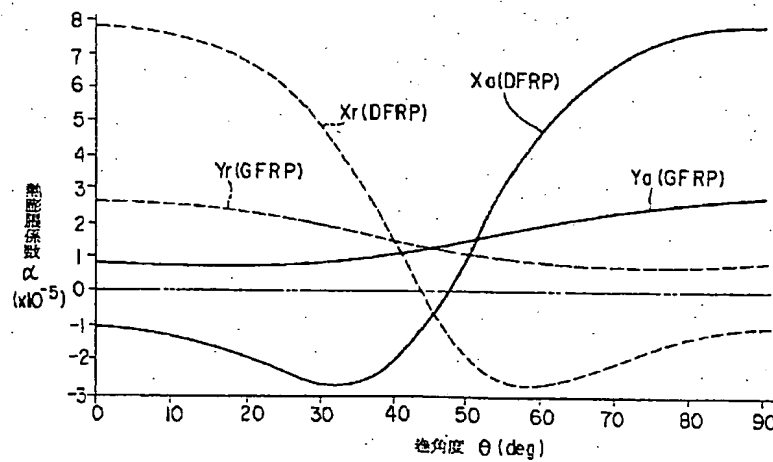
【図 3】



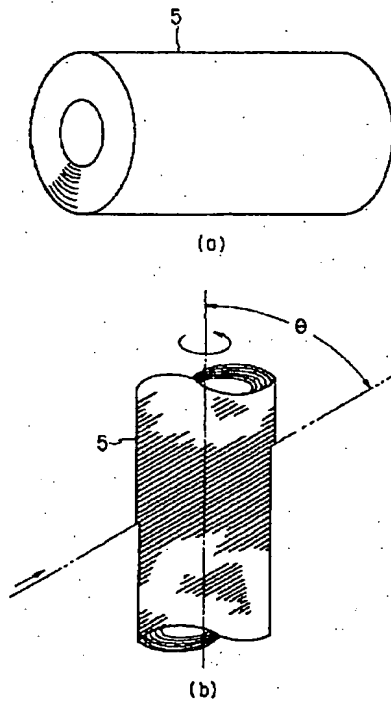
【図 4】



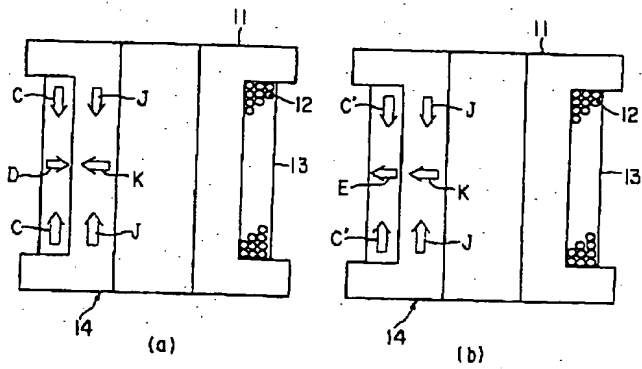
【図 6】



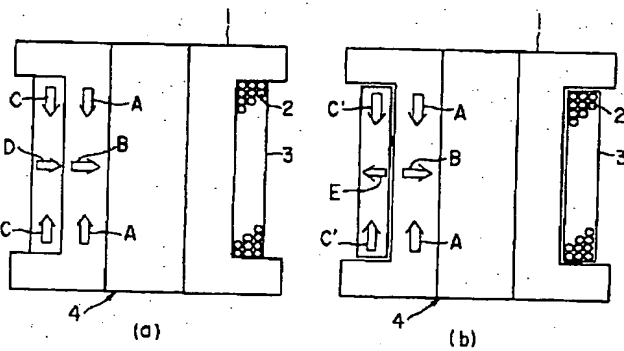
【図5】



【図7】



【図8】



フロントページの続き

(51)Int.Cl.⁶

H 0 1 F 36/00

識別記号

Z A A

庁内整理番号

9375-5E

F I

技術表示箇所

(72)発明者 山中 淳彦

滋賀県大津市堅田二丁目1番1号 東洋紡

績株式会社総合研究所内